

Beschreibung

Getriebe

5 Die Erfindung betrifft ein Getriebe mit einem feststehenden, innen gezahnten Hohlrad, einem ringförmigen, flexiblen Zahnband, das mit der Zahnung des Hohlrades in Eingriff steht, wobei das Zahnband weniger Zähne aufweist als das Hohlrad, und einem drehbaren Wellgenerator, der über ein Stößelrad ei-
10 ne Kraft auf das Zahnband überträgt, wobei aus einer Drehung des Wellgenerators eine Relativbewegung des Zahnbandes gegenüber dem Hohlrad resultiert.

Derartige Getriebe sind als "Harmonic-Drive" bekannt. Grundlage für die Realisierung des Funktionsprinzips ist ein verformbares Zahnband, der auch Flexring genannt wird, welcher durch den Wellgenerator angetrieben und dessen unrunde Form über das Stößelrad auf den Flexring übertragen wird. Der Querschnitt durch den Wellgenerator ist vorzugsweise ellip-
15 senförmig. Treibt man den Wellgenerator an, wird eine Querswelle erzeugt, welche sich am Hohlrad abstützt. Die Drehzahlumwandlung wird durch die Zähnezahldifferenz zwischen dem Hohlrad und dem Flexring bestimmt. Da diese Differenz sehr klein ist, können sehr hohe Übersetzungen erreicht werden,
20 insbesondere von 1:50 bis 1:5000.

Der Vorteil dieses Getriebeprinzips ist die sehr flache Bauweise bei niedriger Teilezahl.

30 Ein anderes Getriebe, das derartige Übersetzungen ermöglicht, ist ein mehrstufiges Planetengetriebe. Mehrstufige Planetengetriebe sind jedoch verhältnismäßig aufwendig und benötigen eine große Teilezahl, was zu erhöhten Herstellungskosten führt.

35 Daneben sind Schneckengetriebe bekannt, die zwar ebenfalls eine verhältnismäßig hohe Übersetzung ermöglichen, allerdings

nur einen niedrigen Wirkungsgrad besitzen. In vielen Anwendungsfällen scheidet daher die Verwendung von Schneckengetrieben aus.

5 Bei den eingangs genannten "Harmonic-Drive"-Getrieben besteht das Problem, wie die Bewegung des Zahnbandes weitergeleitet wird. Dazu sind bisher zwei Ausführungen bekannt, die als Flextopf-Getriebe und als Flachgetriebe bezeichnet werden. Während der Abtrieb bei einem Flextopf-Getriebe direkt über
10 den Flexring erfolgt, wird bei dem Flachgetriebe ein zweites Hohlrad benötigt, welches die selbe Zähnezahl besitzt wie der Flexring. Der Nachteil des Flextopf-Getriebes besteht in dem hohen benötigten Bauraum, während bei dem Flachgetriebe die Verzahnung speziell angepasst werden muss und darüber hinaus
15 auch ein höherer Bauraum notwendig ist, um die Kupplungsstufe zu realisieren.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Getriebe anzugeben, das auch bei Einbeziehung der Kraftweiterleitung einen sehr niedrigen Bauraum benötigt und darüber hinaus einfach im Aufbau
20 ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Getriebe der eingangs genannten Art gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Gegenrad
25 vorgesehen ist und an einer Seitenfläche des Zahnbandes Mitnahmezapfen angeformt sind, die in Ausnehmungen des Gegenrads eingreifen.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Getriebes
30 besteht in der sehr flachen Bauweise, ohne dass dafür viele Teile notwendig sind. Gegenüber dem oben genannten Flachgetriebe besteht der Vorteil, dass auf ein zweites Hohlrad als Kuppel-element verzichtet werden kann. Statt dessen wird ein einfach aufgebautes Gegenrad verwendet, das wesentlich billiger ist. Das Gegenrad kann in einer sehr einfachen Ausführung
35 scheibenförmig sein mit radial angeordneten Nuten, in die die Mitnahmezapfen eingreifen. Da das Drehmoment immer über eine

Mehrzahl von Zapfen übertragen wird, sind auch hohe Drehmomente übertragbar. An das Gegenrad können beliebige mechanische Elemente angeformt oder angebracht werden, um das Drehmoment weiterzuleiten, insbesondere kann das Gegenrad mit
5 Zahnrädern, starren oder flexiblen Wellen, Kupplungen etc. verbunden werden.

Die erfindungsgemäße Getriebeausführung ermöglicht es, für die gleiche Funktion weniger Teile einzusetzen. Im Falle eines Planetengetriebes, wie es nach dem Stand der Technik eingesetzt wird, kommt ein Motorritzel, sechs Planetenräder,
10 zwei Planetenträger sowie ein Hohlrad zum Einsatz. Ein Harmonic-Drive-Getriebe mit der erfindungsgemäßen Bewegungsübertragung benötigt nur noch fünf Teile, nämlich einen Wellgenerator, ein Stößelrad, einen Flexring, ein Hohlrad und ein Gegenrad.
15

In einer Weiterbildung der Erfindung sind die Nuten trapezförmig. Aufgrund der permanenten Verformung des Zahnbandes um die halbe Differenz des Wellgenerators ändert sich auch permanent der Winkel der einzelnen Zapfen zur Mittelachse und es stehen daher nicht alle Mitnahmeelemente zur Drehmomentübertragung zur Verfügung. Diese Schwachstelle wird durch die trapezförmige Ausgestaltung der Nuten minimiert.
20

25 Eine besonders vorteilhafte Verwendung des erfindungsgemäßen Getriebes erfolgt in einem digitalen Fahrtenschreiber zum Antrieb eines Chipkarten-Auswurfmechanismus.

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Getriebe,
35 Figur 2 eine Schnittansicht durch das Getriebe von Figur 1,

- Figur 3 eine dreidimensionale Darstellung des flexiblen Zahnbandes,
- Figur 4 eine dreidimensionale Darstellung des Gegenrades,
- Figur 5 eine Schnittansicht durch das Gegenrad mit darin eingreifenden Mitnahmezapfen,
- Figur 6 eine detaillierte Darstellung der geometrischen Ausgestaltung der Mitnahmezapfen,
- Figur 7 eine Darstellung zur Berechnung der Trapezform der Nuten und
- Figur 8 eine Untenansicht des erfindungsgemäßen Getriebes der Figuren 1 und 2 mit dem Gegenrad und weiteren Abtriebsselementen.

Die Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf das erfindungsgemäße Getriebe. Außen befindet sich ein feststehendes Hohlrad 1, in dessen Zahnung auf der Innenseite ein flexibles Zahnband 2, der sogenannte Flexring, eingreift. Der Flexring 2 sitzt auf einem Stößelrad 4, wobei in der Figur 1 nicht alle Stößelemente des Stößelrades 4 dargestellt sind. Die Stößelemente des Stößelrades 4 lassen sich einstückig herstellen, so dass das Stößelrad 4 nur ein einziges Teil darstellt und somit einfach in der Handhabung ist. Gleichwohl müssen die Stößelemente beweglich gegeneinander sein. Das Stößelrad besitzt eine zentral Ausnehmung, in die ein Wellgenerator 4 hineinragt, der eine ellipsenförmige Kontur besitzt. Der Wellgenerator 3 ist drehbar gelagert und mit einem Antrieb verbunden, so dass bei einer Drehung des Wellgenerators 4 Querwellen entstehen, die auf die Stößelemente des Stößelrades 4 übertragen werden. Die Querwellen stützen sich über den Flexring 2 an dem Hohlrad 1 ab. Der Flexring 2 und das Hohlrad 1 besitzen ineinander greifende Zähne, wobei der Flexring 2 weniger Zähne aufweist als das Hohlrad 1. Beim Durchlaufen der

Querwellen kommt es daher zu einer Verschiebung des Flexringes gegenüber dem Hohlrad 1. Damit eine Bewegung des Flexringes 2 gegenüber dem Hohlrad 1 möglich ist, müssen die Radien des Hohlrades 1 und des Flexringes 2 in geeigneter Weise aufeinander abgestimmt sein.

Die Figur 2 zeigt eine Schnittansicht durch das Getriebe von Figur 1. Hierbei ist zusätzlich ein Antrieb 8 zu erkennen, der über eine Welle den Wellgenerator 3 antreibt. Darüber hinaus ist in Figur 2 ein Gegenrad 7 zu erkennen, das in der nachfolgend beschriebenen Weise von dem Flexring 2 angetrieben wird. Zur Weiterleitung der Bewegung des Gegenrades 7 ist an dieses ein Zahnrad 9 angeformt, das wiederum mit einem anderen Zahnrad zusammenwirken kann. Ebenfalls in Figur 2 ist zu erkennen, dass der Flexring 2 so ausgebildet ist, dass er in das Gegenrad 7 eingreifen kann.

Der Flexring 2 des Getriebes von Figur 1 und Figur 2 ist in Figur 3 dargestellt. An einer Seitenfläche des Flexringes 2, in diesem Fall an der unteren Seite, sind Mitnahmezapfen 5 angeformt. Die Zapfen am Flexring 2 fallen aufgrund der geringen Dicke des flexiblen Bauteils sehr klein aus. Daher ist eine hohe Zahl an Zapfen 5 vorzusehen. Außerdem sollten so viele als möglich mit dem Gegenrad 7 in Eingriff stehen, um das Drehmoment sicher zu übertragen. Da der Flexring 2 eine Verformung um die Höhendifferenz des Wellgenerators 3 erfährt, müssen darüber hinaus die Mitnahmezapfen 5 um dieses Maß sich in dem Gegenrad 7 radial bewegen können.

Der Eingriff der Mitnahmezapfen 5 in das Gegenrad 7 erfolgt daher in der Weise, dass die Mitnahmezapfen 5 in radial verlaufende Nuten 6 des Zahnrades 7 eingreifen. Um die Drehmomentübertragung zwischen dem Flexring 2 und dem Gegenrad 7 zu optimieren, wobei dieses Problem durch die Verformung des Flexringes entsteht, können die Nuten trapezförmig ausgebildet sein. Dies ist in der Ausführung von Figur 4 zwar nicht vorgesehen, stellt aber eine vorteilhafte Weiterbildung dar.

Die Berechnung trapezförmiger Nuten ist im folgenden anhand von Figur 5 dargestellt. Dabei wird der Bogen des Flexringes 2 in der Maximal- bzw. Minimal-Position als Kreis betrachtet.

5 In der Figur 5 ist "h" die Differenz des Wellgenerators 3, die von der zur Anwendung kommenden Ellipse des Wellgenerators abhängig ist. Die Differenz h ergibt sich dabei aus der halben Differenz des maximalen und des minimalen Radius. Diese Differenz wird auch als Hub bezeichnet. Der Radius r_{\max} ist
10 der Radius des Hohlrades in den "Tälern" zwischen den Zähnen. Der Radius r_{\min} ist der Radius des Hohlrades abzüglich des Hubs h. Der Winkel α berechnet sich zu $\alpha = 360^\circ / \text{Anzahl der Mitnahmezapfen 5}$. Das Bogenmaß b berechnet sich zu $b = \alpha \cdot \pi \cdot r_{\max} / 180^\circ$. Das Bogenmaß ist bei beiden Betriebszuständen
15 gleich, da sich der Abstand der Mitnahmezapfen 5 nicht ändert. Der Winkel θ errechnet sich zu $\beta = b \cdot 180^\circ / (\pi \cdot r_{\min})$. Daraus ergibt sich die Winkeldifferenz $\delta = \beta - \alpha$. Die Differenz x zwischen der äußeren Kante 11 der Nut 6 und der inneren Kante 12 der Nut 6 auf einem Kreisbogen berechnet sich zu $x =$
20 $\tan \delta \cdot r_{\min}$. Daraus resultiert der Trapezwinkel γ mit $\tan \gamma = x/h$.

In der Figur 6 ist ein Schnitt durch die Ebene F-F (vergleiche Figur 2) dargestellt. Dort ist zu erkennen, dass alle
25 Mitnahmezapfen 5 in Nuten 6 des Gegenrades 7 eingreifen.

Die Figur 7 zeigt die Anordnung der Mitnahmezapfen 5 auf der Seitenfläche des Flexringes 2. "a" ist dabei der Abstand zwischen den Zapfen 5 und ergibt sich aus dem Umfang des Flexringes geteilt durch die Anzahl der Mitnahmezapfen 5.
30

Aus der Figur 8 ist ersichtlich, wie die Übertragung der Bewegung des Gegenrades 7 erfolgen kann. Dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist an dem Gegenrad 7 ein Zahnrad 9 angeformt,
35 welches in ein weiteres Zahnrad 10 eingreift. Dabei kann eine weitere Übersetzung erfolgen.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel liegen die Antriebswelle und die Abtriebswellen auf der gleichen Achse. Es kann aber auch ein Versatz der Antriebs- und Abtriebswelle ausgeglichen werden, beispielsweise zum Ausgleich von Toleranzen. Es ist
5 sogar möglich, die Antriebs- und Abtriebswelle schon zwischen Flexring und Gegenrad zu versetzen. Dies funktioniert allerdings nur bei der Übertragung von niedrigen Drehmomenten, da hier nur noch wenige Mitnahmezapfen im Eingriff mit Nuten des Gegenrades stehen. In einer weitergehenden Ausführung ließe
10 sich sogar eine Übersetzung einbauen nach dem Prinzip des Steggetriebes. Dabei müssten dann nicht einmal die Antriebs- und Abtriebswelle in einer Richtung, d. h. parallel stehen, sondern könnten beliebig winkelig zueinander angeordnet werden.

Patentansprüche

1. Getriebe mit

- 5 - einem feststehenden, innen gezahnten Hohlrad (1),
- einem ringförmigen, flexiblen Zahnband (2), das mit der
Zahnung des Hohlrades (1) in Eingriff steht, wobei das
Zahnband (2) weniger Zähne aufweist als das Hohlrad (1),
und
10 - einem drehbaren Wellgenerator (3), der über ein Stößelrad
(4) eine Kraft auf das Zahnband (2) überträgt, wobei aus
einer Drehung des Wellgenerators (3) eine Relativbewegung
des Zahnbandes (2) gegenüber dem Hohlrad (1) resultiert,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
15 ein Gegenrad (7) vorgesehen ist und an einer Seitenfläche des
Zahnbandes (2) Mitnahmezapfen (5) angeformt sind, die in Aus-
nehmungen (6) des Gegenrads (7) eingreifen.

2. Getriebe nach Anspruch 1,

- 20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Achsen des Wellgenerators (3) und des Gegenrades (7) pa-
rallel sind und dass die Ausnehmungen des Gegenrades (7) sich
radial erstreckende Nuten (6) sind.

25 3. Getriebe nach Anspruch 2,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Nuten (6) trapezförmig sind.

4. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

- 30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Getriebekomponenten Kunststoffspritzteile sind.

5. Verwendung des Getriebes nach einem der Ansprüche 1 bis 4
in einem digitalen Fahrtenschreiber zum Antrieb eines Chip-

- 35 karten-Auswurfmechanismus.

1/4

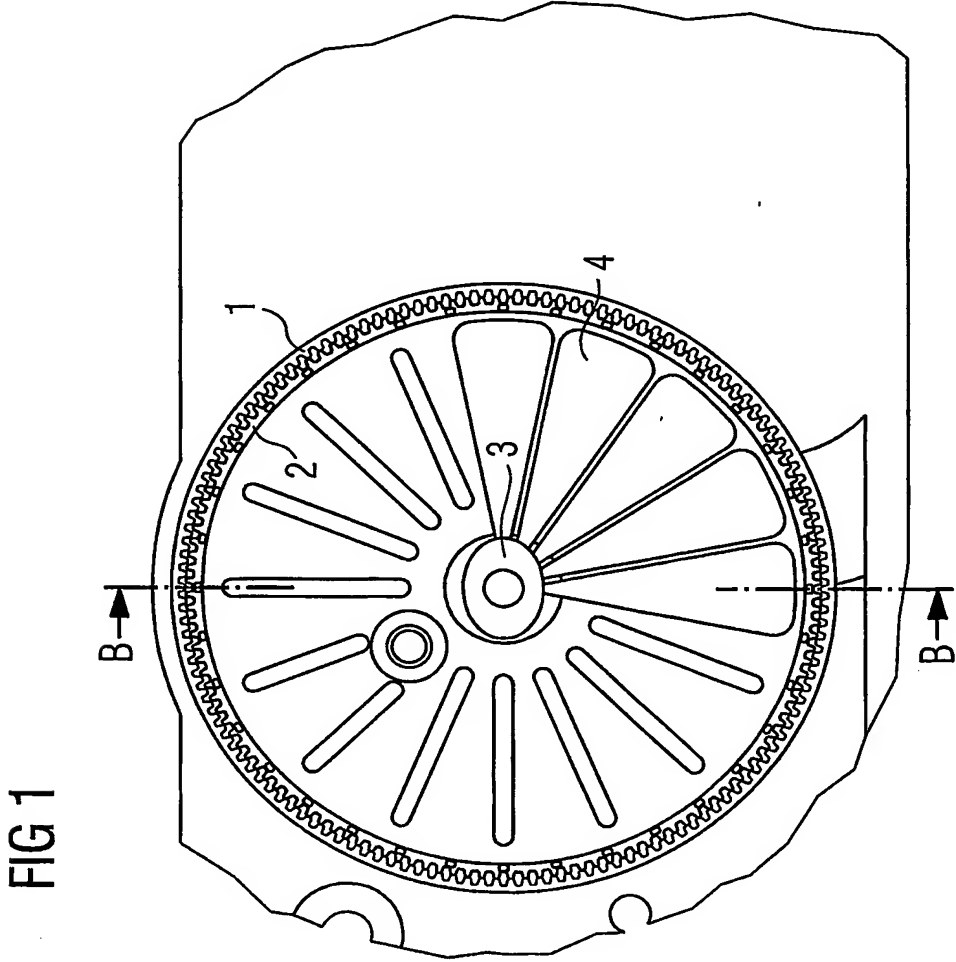
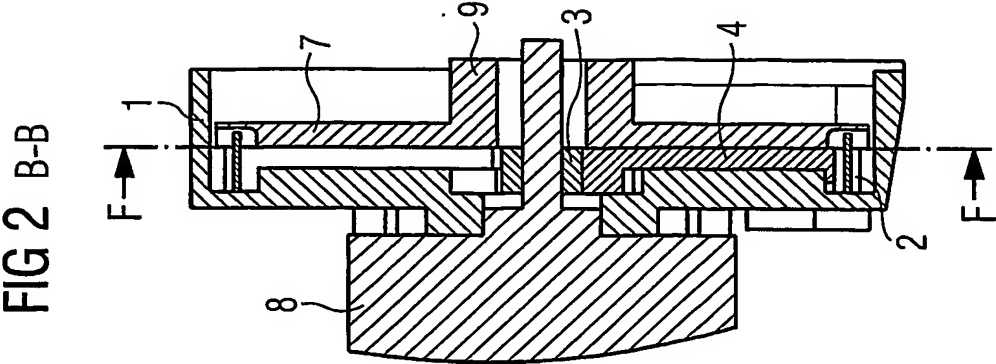


FIG 3

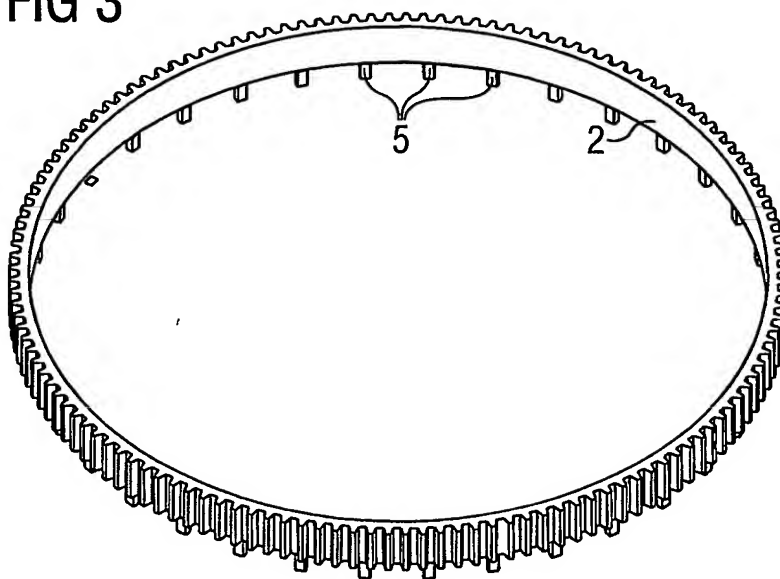


FIG 4

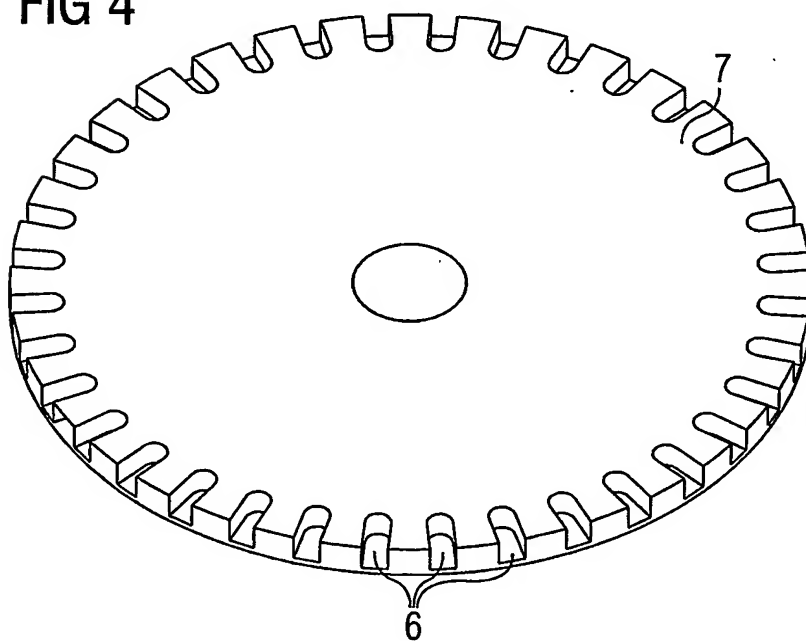


FIG 5

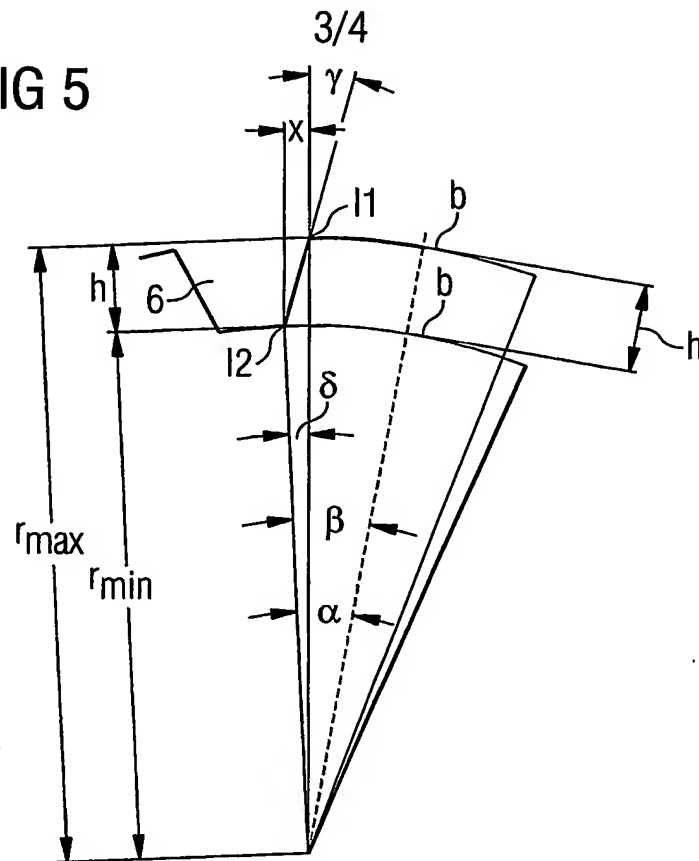


FIG 6 F-F

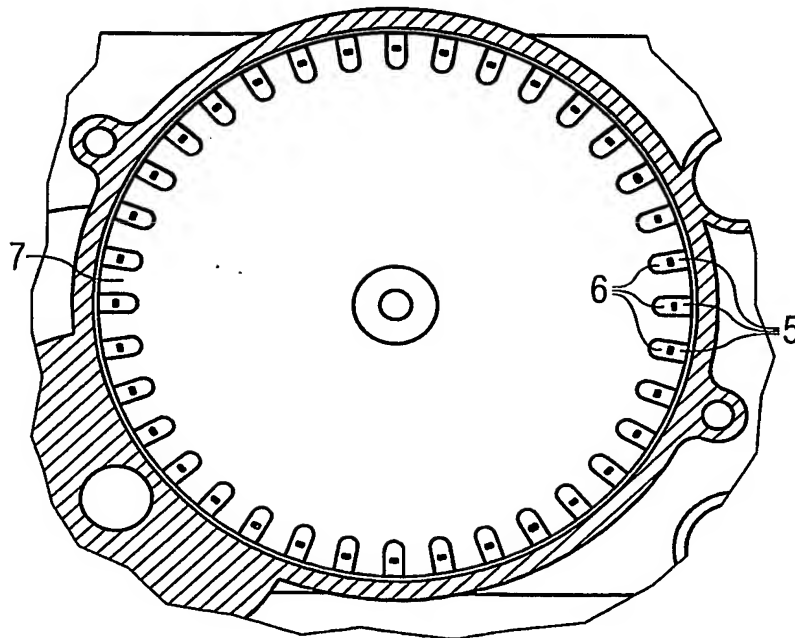


FIG 7

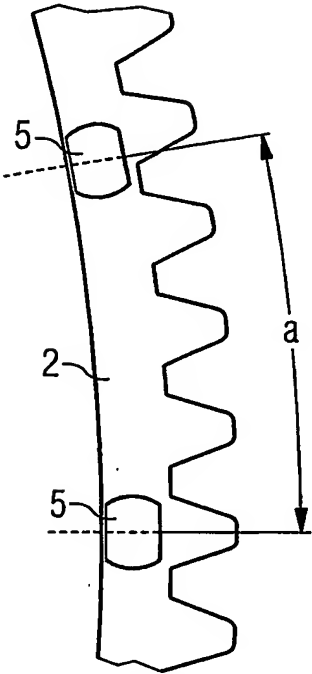
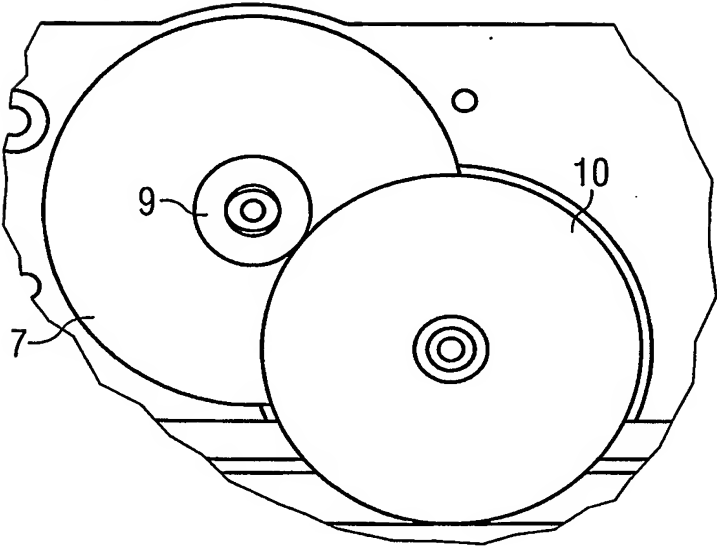


FIG 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/04035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16H49/00 F16H55/08 //G01P1:00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16H G01P G07C G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 40 38 555 A (FISCHER MICHAEL) 11 June 1992 (1992-06-11) the whole document ----	1, 2
A	DE 195 20 555 A (FICKELSCHER KURT G DIPL ING) 12 December 1996 (1996-12-12) the whole document ----	1
A	CH 467 954 A (UNITED SHOE MACHINERY CORP) 31 January 1969 (1969-01-31) column 5, line 41-60; figures 7-9 ----	1
A	DE 101 25 322 A (HARMONIC DRIVE SYSTEMS) 24 January 2002 (2002-01-24) the whole document -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 April 2004

Date of mailing of the international search report

14/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Szodfridt, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/04035

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4038555	A	11-06-1992	DE 4038555 A1	11-06-1992
DE 19520555	A	12-12-1996	DE 19520555 A1	12-12-1996
CH 467954	A	31-01-1969	NONE	
DE 10125322	A	24-01-2002	JP 2001336588 A	07-12-2001
			DE 10125322 A1	24-01-2002
			US 2002007697 A1	24-01-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/04035

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16H49/00 F16H55/08 //G01P1:00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16H G01P G07C G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 40 38 555 A (FISCHER MICHAEL) 11. Juni 1992 (1992-06-11) das ganze Dokument	1,2
A	DE 195 20 555 A (FICKELSCHER KURT G DIPL ING) 12. Dezember 1996 (1996-12-12) das ganze Dokument	1
A	CH 467 954 A (UNITED SHOE MACHINERY CORP) 31. Januar 1969 (1969-01-31) Spalte 5, Zeile 41-60; Abbildungen 7-9	1
A	DE 101 25 322 A (HARMONIC DRIVE SYSTEMS) 24. Januar 2002 (2002-01-24) das ganze Dokument	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. April 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/04/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Szodfridt, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/04035

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4038555	A	11-06-1992	DE	4038555 A1	11-06-1992
DE 19520555	A	12-12-1996	DE	19520555 A1	12-12-1996
CH 467954	A	31-01-1969	KEINE		
DE 10125322	A	24-01-2002	JP	2001336588 A	07-12-2001
			DE	10125322 A1	24-01-2002
			US	2002007697 A1	24-01-2002